



Министерство науки и высшего образования Российской  
Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский  
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

## Отчет по лабораторной работе №6

### «Ключ на биполярном транзисторе»

Студент: Платонова Марина Игоревна

Группа: ИУ7-31Б

Вариант: 92

Название предприятия НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана

Студент Платонова М.И.

Преподаватель Оглоблин Д.И.

Оценка \_\_\_\_\_

2023 г.

Добавим транзистор из варианта в базу:

```
.model KT814v PNP(Is=11.45f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=72.62 Bf=150 Ise=97.57f  
+ Ne=1.421 Ikf=.2157 Nk=.4096 Xtb=1.5 Br=1.928 Isc=637.6f Nc=1.41  
+ Ikr=.5927 Rc=.2979 Rb=4 Cjc=88.73p Mjc=.3333 Vjc=.75 Fc=.5  
+ Cje=71.14p Mje=.3333 Vje=.75 Tr=2.046u Tf=26.36n Itf=3 Xtf=5 Vtf=10)
```

## Эксперимент 4

Рассчитаем сопротивление базы для насыщения с коэффициентом 1:

$$R_k := 300$$

$$E_k := 5$$

$$U := 5$$

$$B := 150$$

$$S := 1$$

$$U_b := 0.7$$

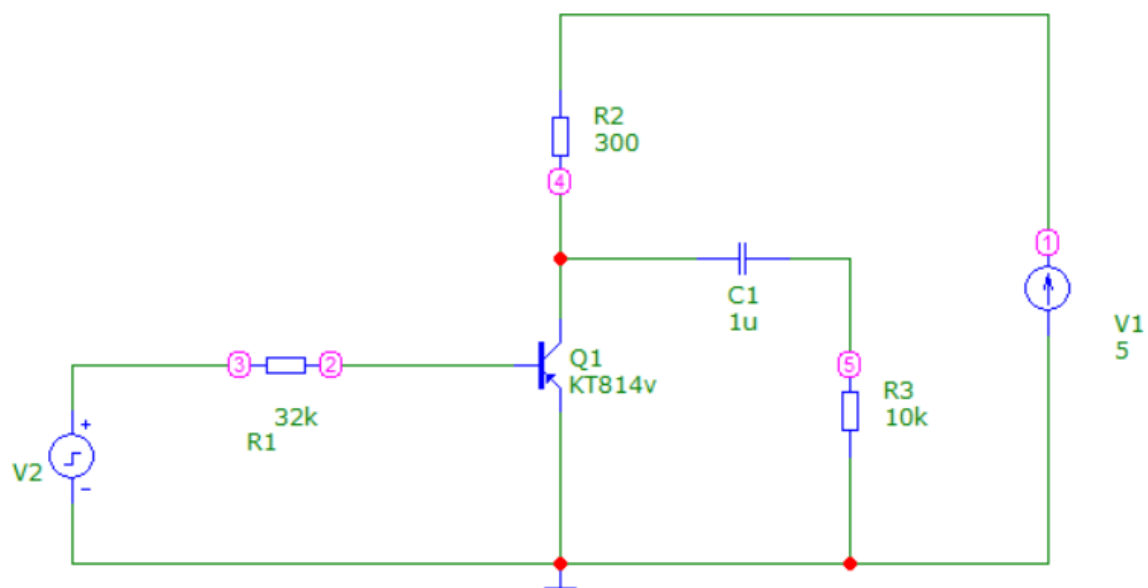
$$U_k := 0.2$$

$$I_{kn} := \frac{(E_k - U_k)}{R_k} = 0.016$$

$$I_b := \frac{I_{kn}}{B \cdot 0.8} = 1.333 \times 10^{-4}$$

$$+R_b := \frac{(U - U_b)}{S \cdot I_b} = 3.225 \times 10^4$$

Составим схему с генератором импульсов и рассчитанным сопротивлением базы:



**Pulse Source**

Name:  ☐ Show

Value:  ☐ Show

Display: ☐ Pin Markers ☐ Pin Names ☐ Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition

Shape:

PART=V2  
**MODEL=PULSE**  
 SMOKE=  
 COST=  
 POWER=  
 SHAPEGROUP=Default  
 PACKAGE=

Voltage vs. Time

IMPULSE  
**PULSE**  
 SAWTOOTH  
 SQUARE  
 TRIANGLE

OK Cancel Font... Add Delete Browse...

New Find... Plot... Syntax... IBIS... Help...

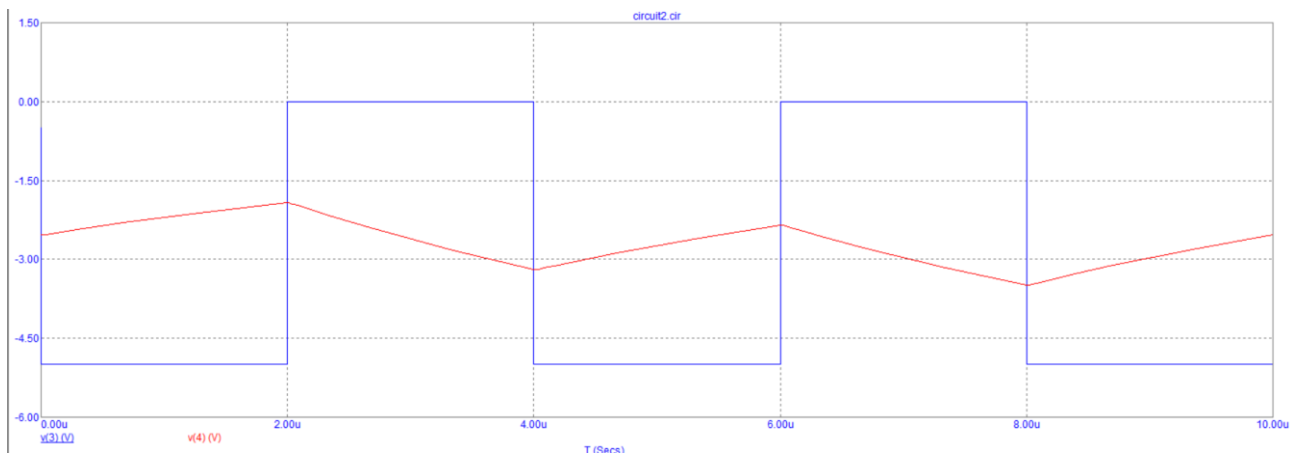
Enabled:  Columns:

☒ Help Bar [File Link](#)

☐ Show Data on Exit

Source: Local page 'Models'

P1:  P2:  P3:   
 P4:  P5:  VONE:   
 VZERO:



Как видно транзистор не успевает реагировать, так что увеличим длительность импульса:

**Pulse Source**

Name:  ☐ Show

Value:  ☐ Show

Display: ☐ Pin Markers ☐ Pin Names ☐ Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition

Shape:

PART=V2  
**MODEL=PULSE**  
 SMOKE=  
 COST=  
 POWER=  
 SHAPEGROUP=Default  
 PACKAGE=

IMPULSE  
**PULSE**  
 SAWTOOTH  
 SQUARE  
 TRIANGLE

Voltage vs. Time

OK Cancel Font... Add Delete Browse...  
 New Find... Plot... Syntax... IBIS... Help...

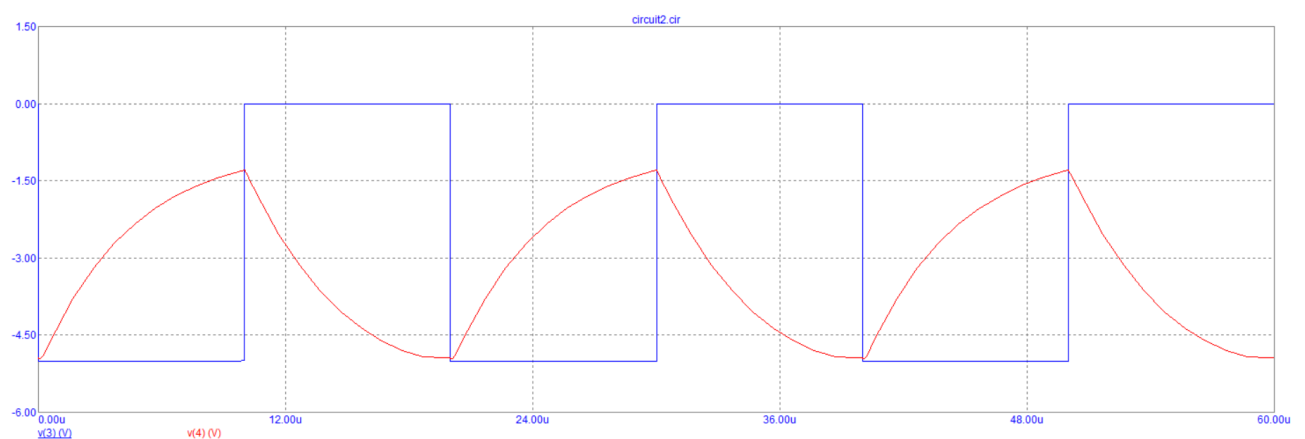
Enabled:  Columns:

☒ Help Bar [File Link](#)

☐ Show Data on Exit

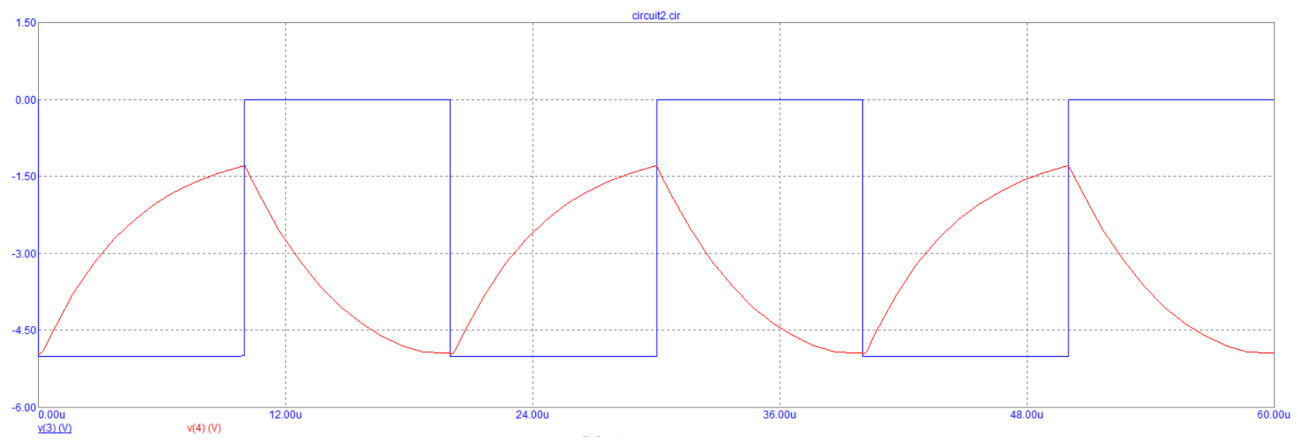
Source: Local page 'Models'

P1:  P2:  P3:   
 P4:  P5:  VONE:   
 VZERO:

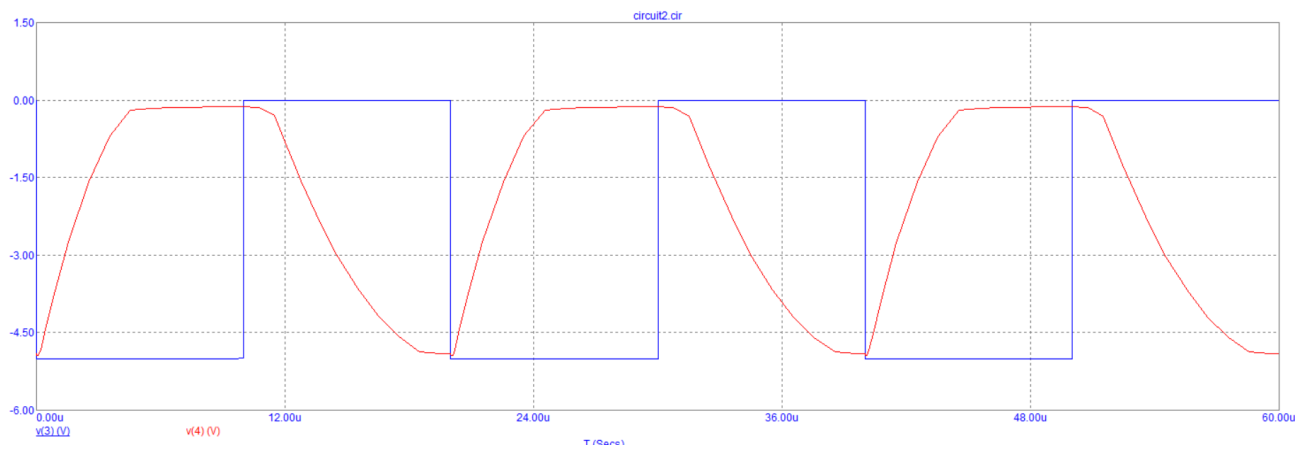


Исследуем графики при разных степенях насыщения:

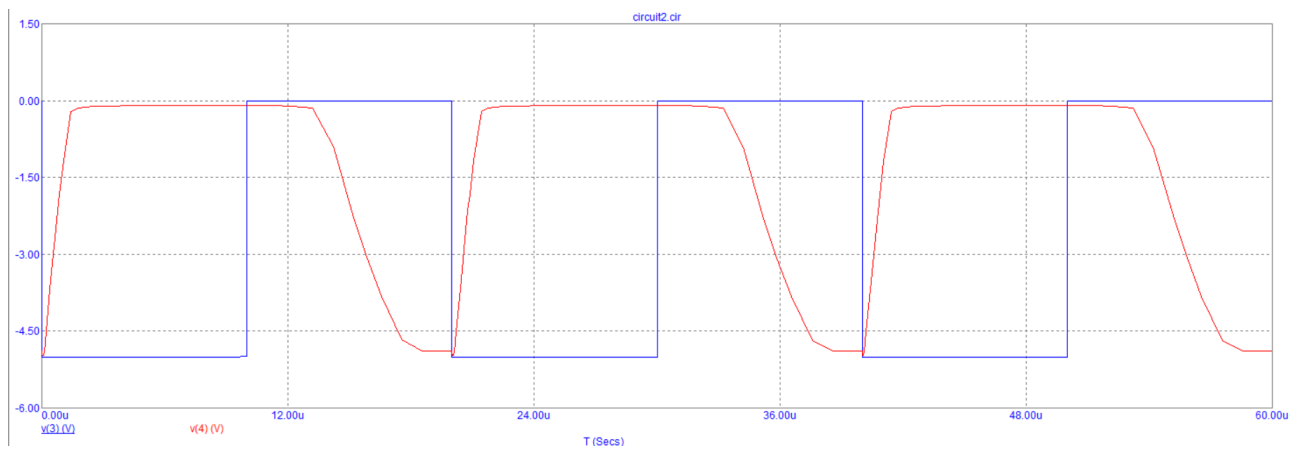
$S = 1$ ,  $R_b = 32k$



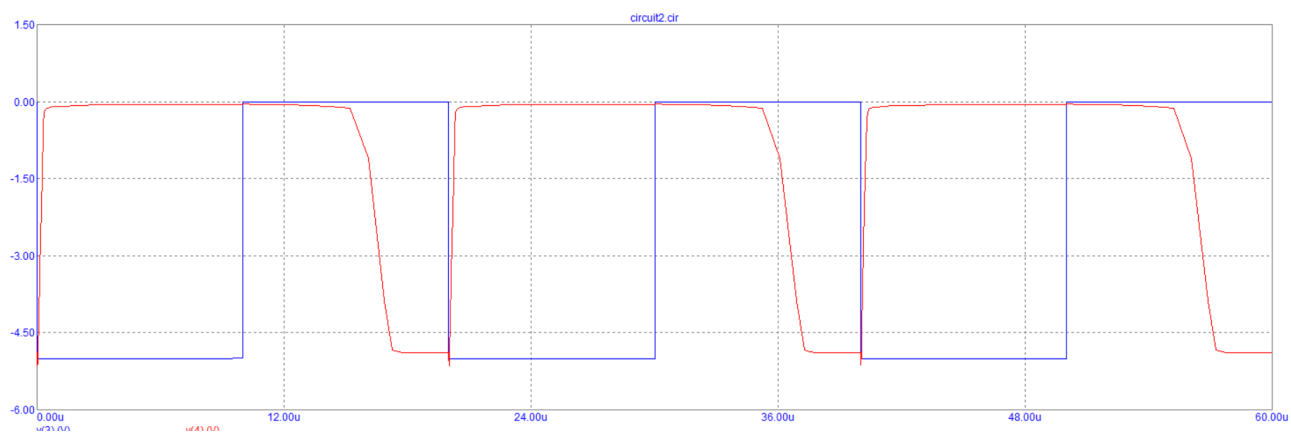
$S=2$   $R_b=16k$



$S=5$   $R_b = 6.4k$



$S=20$   $R_b=1.6k$

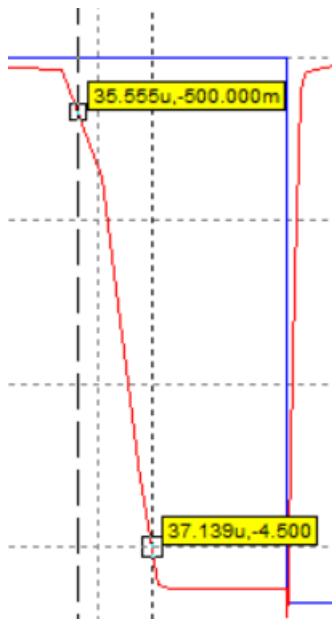


Рассмотрим длительности фронтов при насыщении  $S=20$ :

Передний фронт



Задний фронт

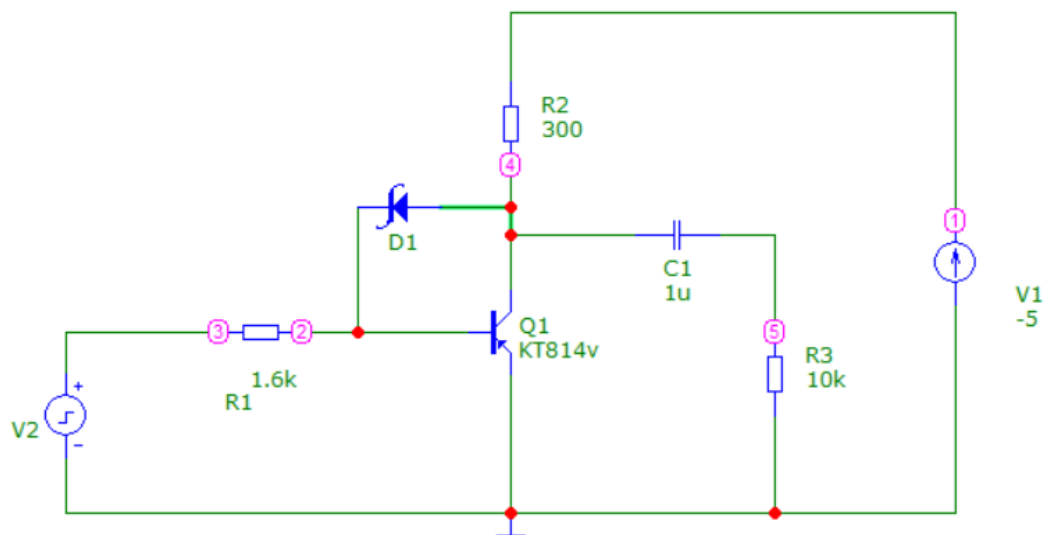


Длительности:

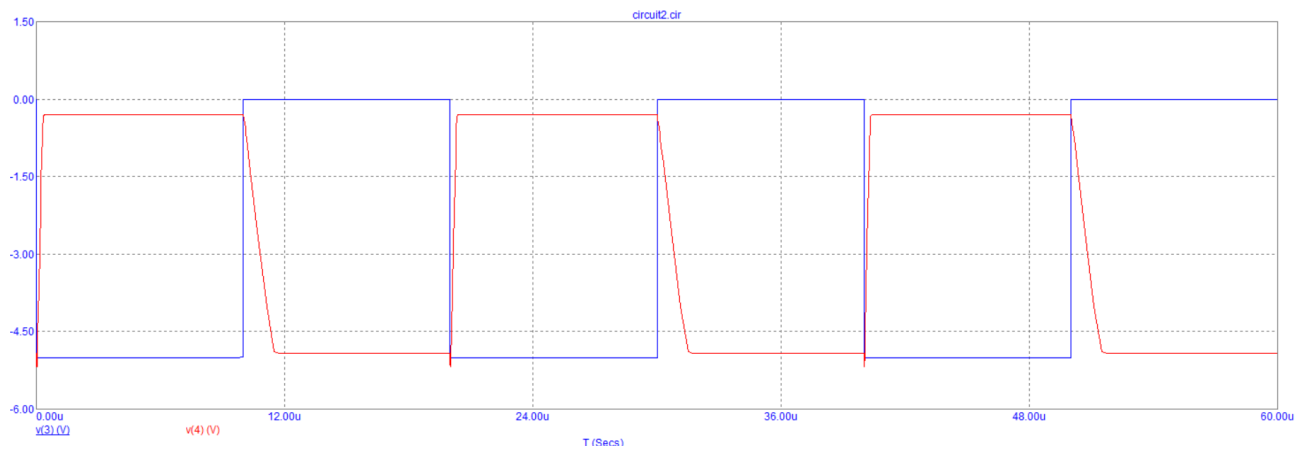
Передний: 0.245 мкс

Задний: 1.584мкс

Добавим в схему диод Шотке:



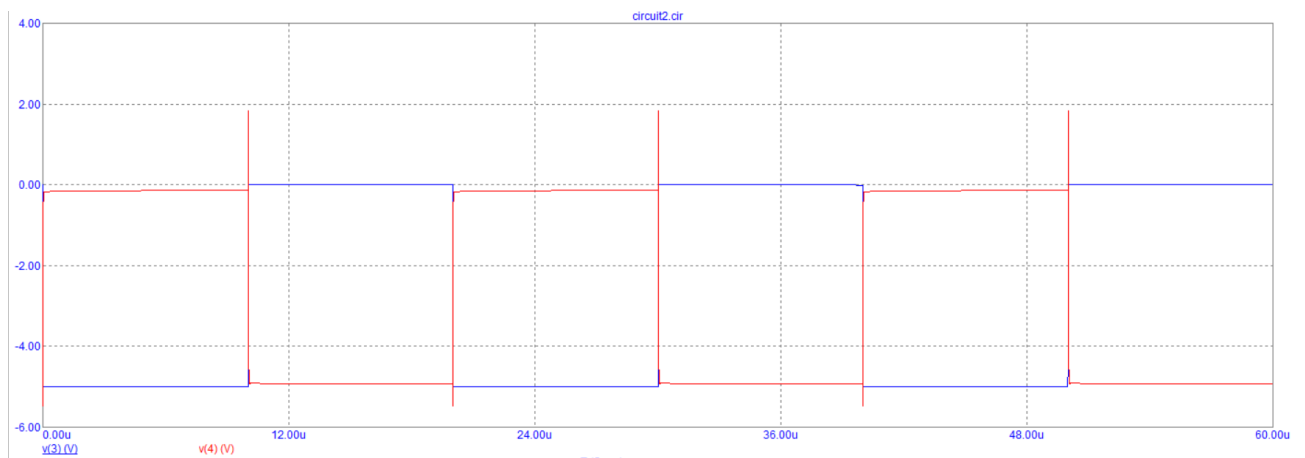
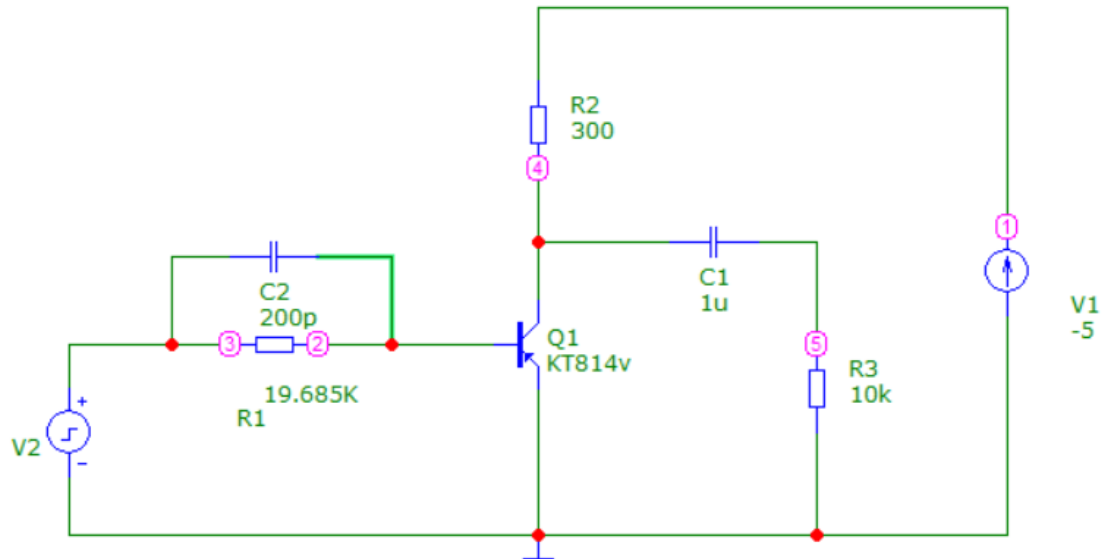




Как видно, диод шотке сократил время рассасывания.

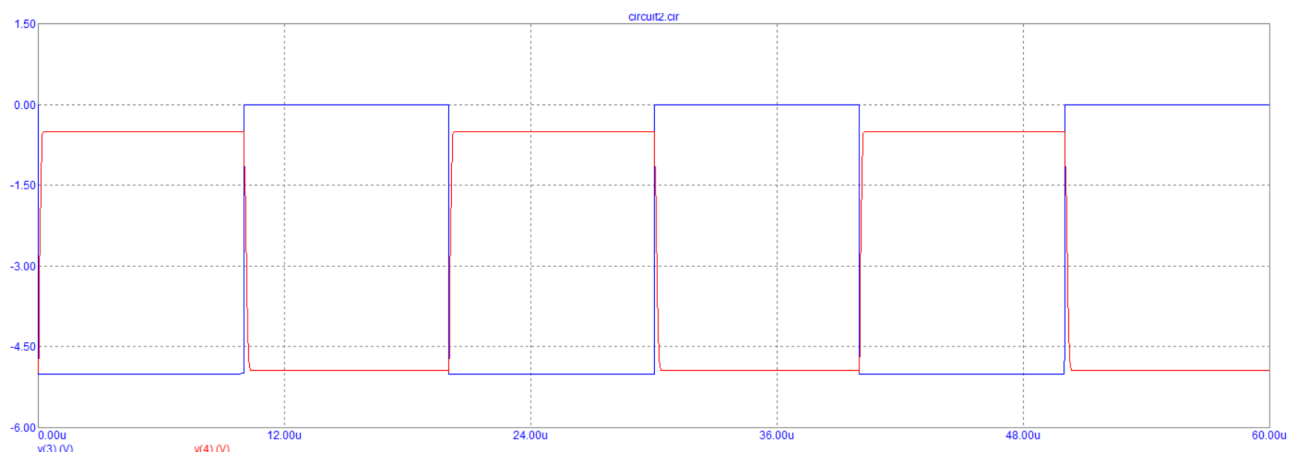
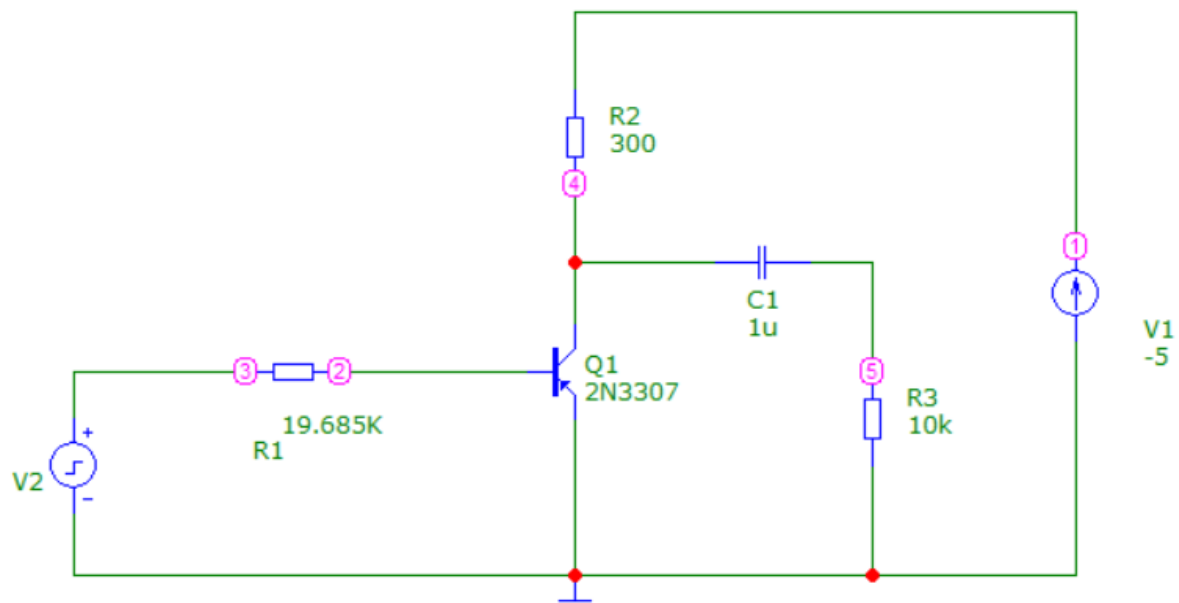
## Эксперимент 5

Экспериментальным путем подберем значения емкости и сопротивления для оптимальной работы транзистора в режиме ключа:



Подобранные значения:  $C = 200$  пф,  $R = 19.685$  Ком.

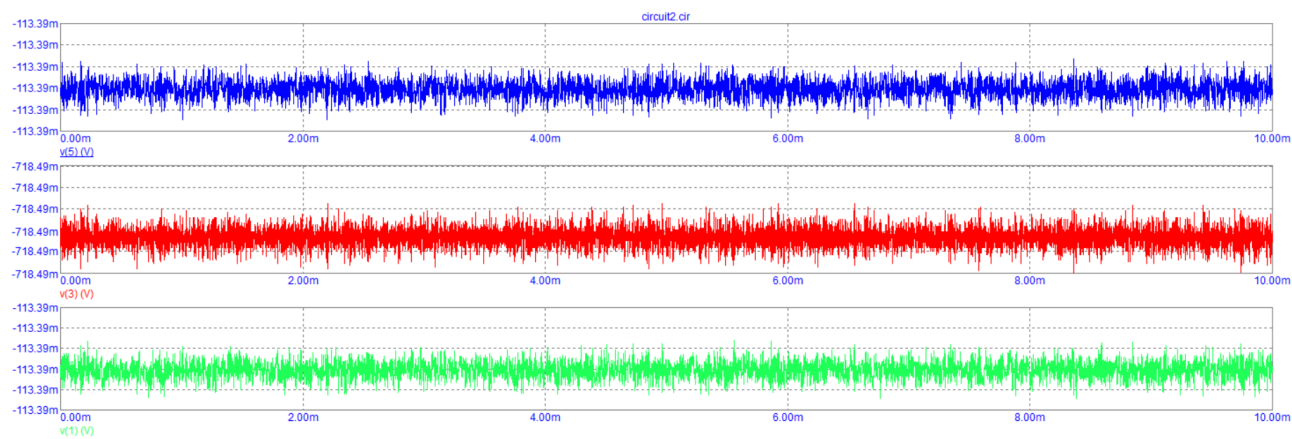
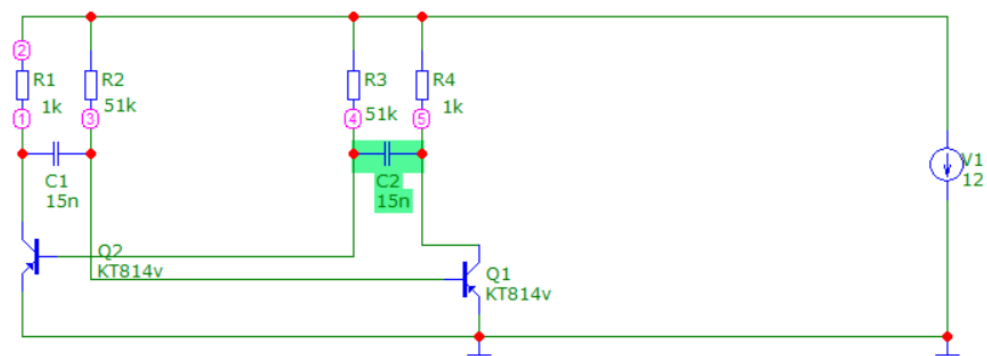
Поменяем транзистор на случайный pnp:



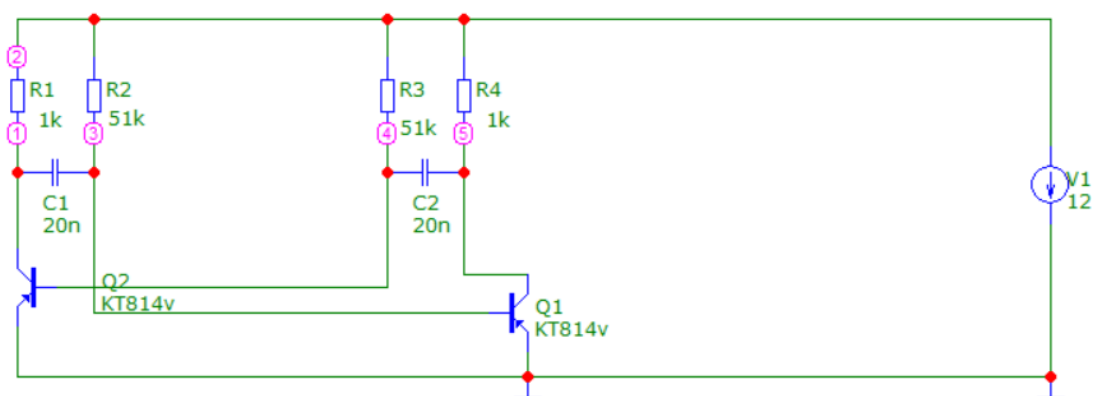
Как видно с данным транзистором инвертирование ближе к идеальному, значит от параметров транзистора зависит его эффективность в частности BF и CJC(у данного транзистора  $BF > 200$  и  $CJC < 20p$ ).

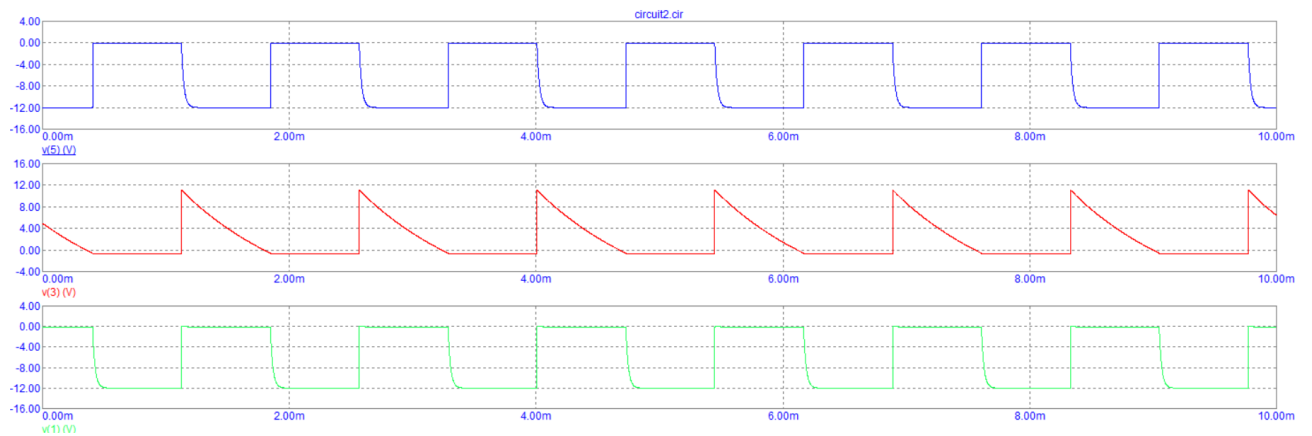
## Эксперимент 6

Соберем мультивибратор и рассмотрим полученные сигналы:



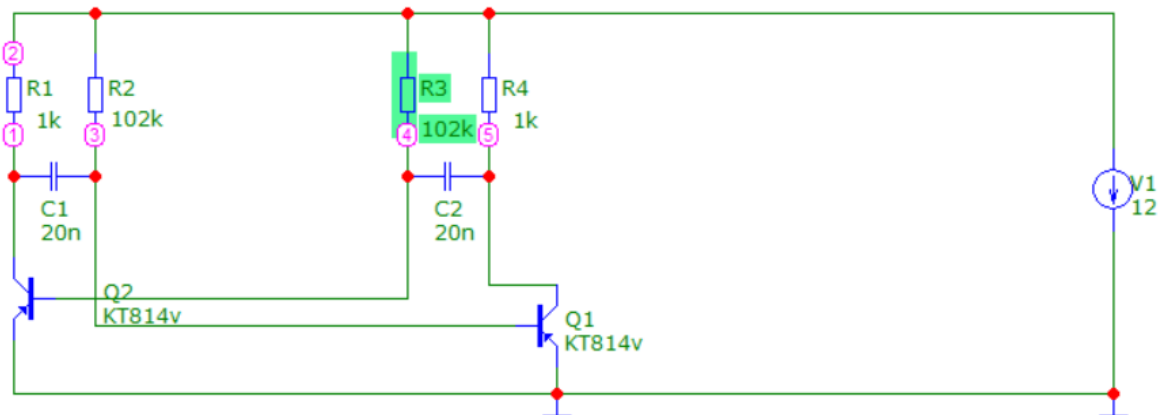
Полученные напряжения выглядят хаотично, видимо транзисторы не успевают реагировать. Попробуем увеличить константу времени с помощью емкости:



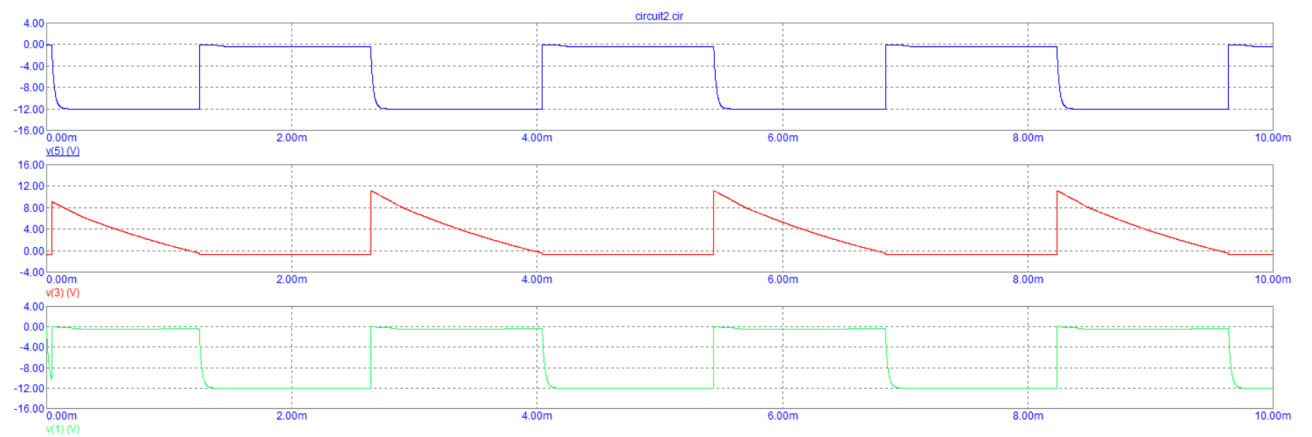


Теперь сигналы выглядят корректно. Длительность сигнала: 0.73мс

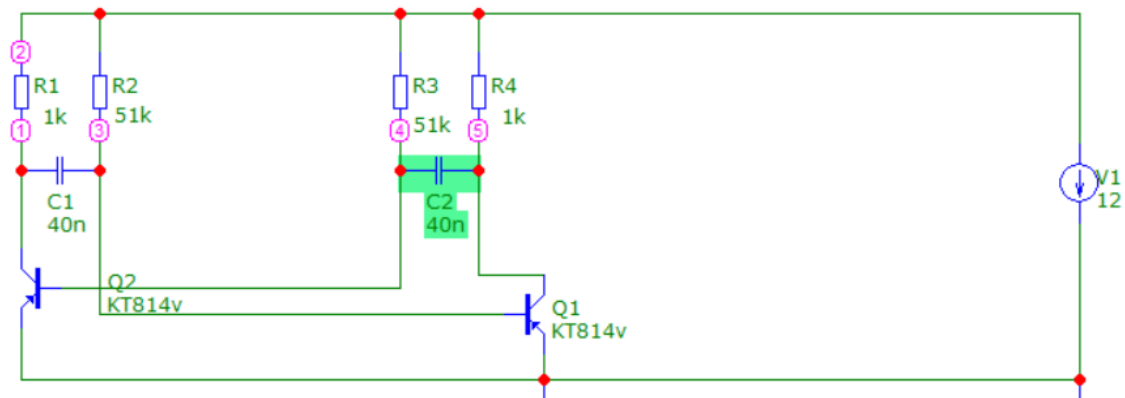
Изменим константы времени увеличив сопротивления в два раза.



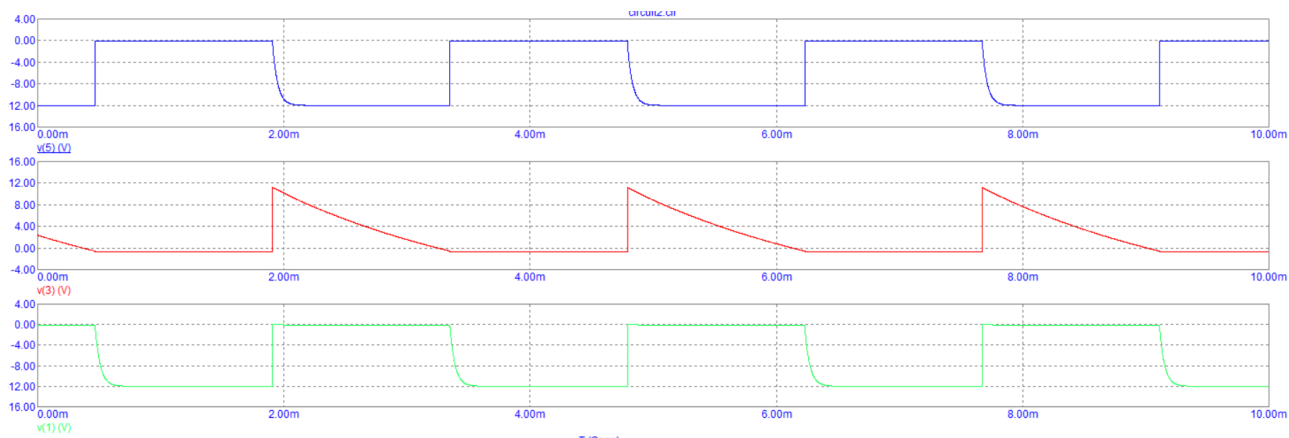
Длительность сигнала: 1.41 мс



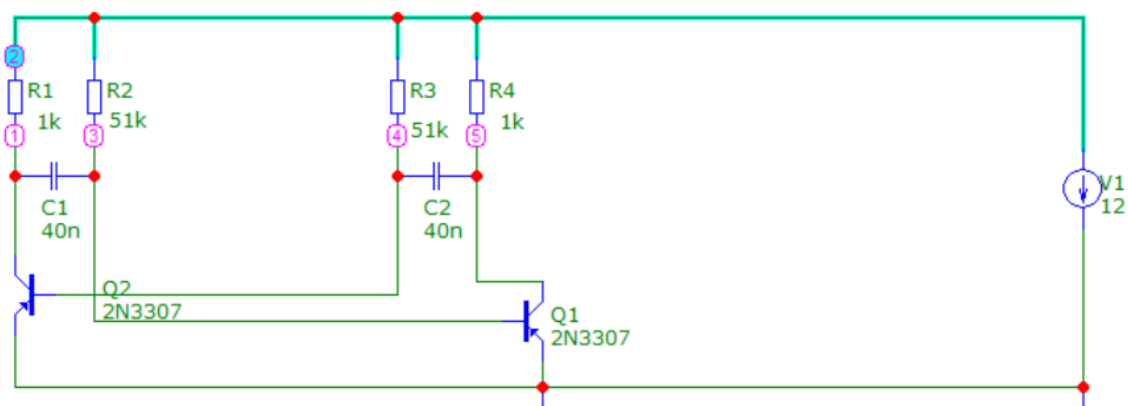
Возвращаем резисторы и увеличиваем в два раза емкости.



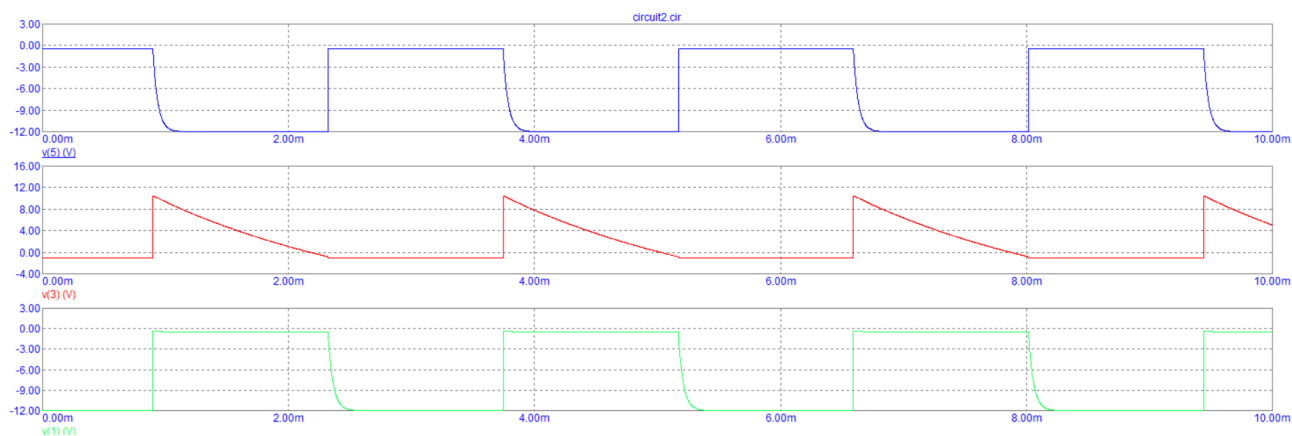
Длительность сигнала: 1.46 мс



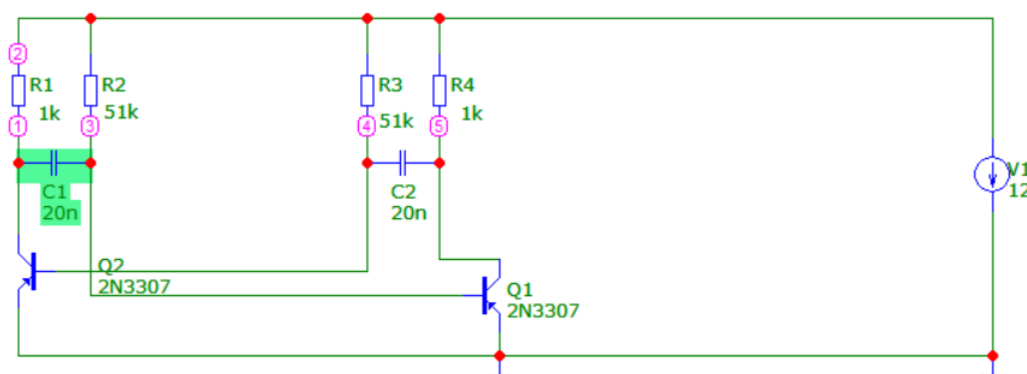
Меняем транзистор:



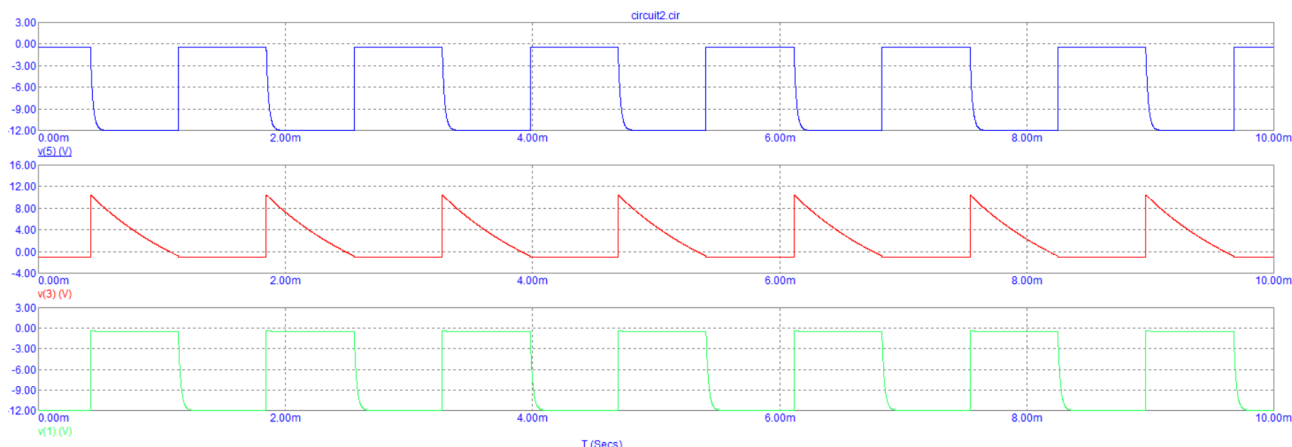
Длительность сигнала: 1.5 мс



Возвращаем исходные емкости:



Длительность сигнала: 0,75 мс



## Контрольные вопросы

1. Какие элементы имеют основное влияние на частоту мультивибратора?

На частоту влияют хар-ки транзистора и постоянная времени RC.

## 2. Как влияет замена транзистора на параметры колебания?

Период колебаний зависит от паразитной емкости транзистора, чем ниже эта емкость, тем ниже и период.

## 3. Чем отличается работа математической модели мультивибратора от реального устройства?

Математические модели мультивибратора отличаются от реальных необходимостью введения разбаланса в плечах для возникновения колебаний (в редакторе начальных условий).